

## 寒地未来生活環境研究所所員の研究構想 Research Concept of Members in IF Laboratory

林 裕子\* 松田 寿\*\* 小島洋一郎\*\*\*  
Yuko HAYASHI Hisashi MATSUDA and Yohichiro KOJIMA

### 概要

「寒地未来生活環境研究所」は、寒冷地生活環境に潜在するさまざまな問題を解決する目的として、技術のシナジー効果を最大限に発揮し、新たな学際的・分野融合的領域の創出を目指す研究・開発を実施している。本稿では、研究成果を戦略的に発信するために活発な研究活動を推進する代表的な所員3名の研究構想の概要を紹介する。

### 1. 看護学における研究構想

#### 1) はじめに

文部科学省は、平成28年版科学技術白書<sup>(1)</sup>において、第5期科学技術基本計画としてサイバー空間と現実空間が融合し、新たな産業やサービスが創出される社会として「超スマート社会」を目指す「Society5.0」を提唱している。つまり、現実空間がインターネットと接続する(IoT; Internet of Things)の先として、サイバー空間と現実空間が融合する(CPS; Cyber Physical Systems)ことで、新たなサービスが生み出され、「必要なときに、必要なモノやサービスを受けることができる」社会の構築が、我々の生活をさらに豊かにすると述べている。

このことは、医療サービスの在り方にも大きな影響を与えている。その一つとして、電子カルテ化により、患者の情報が安全に速やかに、正確に、その情報を必要な医療者がいつでも入手が可能になった。このことは、医療が情報の収集に時間をとられることなく、患者への直接的なケアを実践する時間が増えたことになる。つまり、「超スマート社会」が目指す社会は、人が人を直接的に援助したり、支援したりするために必要なサポートとなり、サービスの効果や効率に寄与し経済的效果を生むことになる。

そして、工学の定義<sup>(2)</sup>は「数学と自然科学を基礎とし、ときには人文社会科学の知見を用いて、

公共安全、健康、福祉の ために有用な事物や快適な環境を構築すること」とされている。つまり、工学の対象は人であり、人が暮らすために必要な『物』や環境の構築を目指す学問である。このことは、看護学が人を対象に身体的な健康やwell-being<sup>(3)</sup>であることを目指すためのケアを構築することと同様のこととらえることができる。しかし、看護は人から人に手を差し伸べてケアを実践するという『事』という、工学とは異なる側面がある。そして、看護学独自で、それを測定する方法や手法が少なく、ケアの結果や効果を可視化することが困難な場合が多い。

この可視化できないことを可視化できるようにするのが工学である。工学はこの可視化する力により、新たな『物』を開発し続けてきたと理解している。今、この可視化する工学の力を、看護学は借りて、『物』ではないサービスとしてのケアである『事』を可視化することで、新たなケアを開発の可能性が広がると考える。

そこで、看護学と工学によって行われている研究を整理し、今後の在り方のヒントを得ることとする。

### 2) 研究方法

#### 1. 文献の収集方法

医学中央雑誌 Web 版を用いて2017年12月に文献検索を行った。キーワードの用語は、工学の発

\* 北海道科学大学保健医療学部看護学科

\*\* 北海道科学大学工学部機械工学科

\*\*\* 北海道科学大学工学部電気電子工学科

展に寄与している加速度センサとした。それは、1991年にAnalog Devices社によって製品化され、現代社会の工学においては動きを制御・調整などに多様な用途に使用されている<sup>(4)</sup>ためである。近年の看護学においても加速度センサを用いた研究が散見されるようになった。そこで、検索は、キーワード「看護/TH or 看護/AL」と「加速度測定/TH or 加速度センサ/AL」とし、「原著論文」で絞り込んだ。その結果、97件が抽出された。

## 2. 文献の抽出方法

97件の抽出された文献を精査し、そのうちレビュー4件、質問調査法5件、人以外を対象とした研究9件を除外した79件の論文を分析の対象とした。

## 3) 結果

加速度センサには、腕につけて測定するアクチグラフと、自由に装着部位を設定できる3軸加速度測定器がある。対象文献では、アクチグラフを使用した研究が67件、3軸加速度測定器を使用した研究は12件であった。

アクチグラフは、腕時計型小型高感度加速度センサ&ロガーのため、測定部位が腕と限定される。その点を利用して、覚醒・睡眠状態を調査している研究が51件、活動や運動の状態を調査したのが11件、他の検査方法と合わせて心理的状态を観察した研究5件であった。1999年に乳児を対象として睡眠パターンを調査している論文<sup>(5)</sup>が最も古かった。3軸加速度測定器は測定値が規定されな

い形式になっている。そのため、対象となった文献12件においては、身体に装着して運動の方向や重心移動距離、振動状態などを測定していた。もっとも古い研究論文は、網膜剥離後の術後の歯ブラシの振動を検討<sup>(6)</sup>したものであった。図1において、対象文献の経年的変化を示した。

## 4) 考察

### (1) 看護学における工学的手法を用いた研究動向

看護の研究における加速度センサを利用した研究を検討した。その結果において、人の行動や活動を可視化しようとする研究が行われており、2004年以降から件数が増加していた。

特に、3軸加速度測定器においては、2014年以降に増えていた。しかし、看護学や工学の研究それぞれの研究数に比して多くはない。しかし、この文献検討から、工学のもつ可視化の力は、新たな看護学を開くことが可能であることを示している。本調査では、工学における測定機器を加速度計としたが、その他の測定機器を用いた研究として、体圧測定機器を用いた褥瘡予防に関する研究<sup>(7,8,9)</sup>、超音波を用いた血流の評価<sup>(10)</sup>、仮想現実を看護教育へ利用<sup>(11)</sup>、医療用具の開発など幅広い研究<sup>(12)</sup>が行われている。

### (2) 寒地未来生活環境研究所における看護学の研究構想

本学の教育の理念におけるキーワードは、「ヒューマニティとテクノロジーの融合」から「科学的社会人」へと変化し、専門家の基盤を教育することを目指す「+professional」を掲げている。そして、本学の地域は約北緯43度に位置し、積雪寒冷地である。加えて、この厳しい環境のなかにながら、高齢社会である。この生まれながらの環境であっても、約半年も続く積雪寒冷の環境は、身体に様々な影響を及ぼしていること報告<sup>(13)</sup>されている。そして、看護学は、工学の歴史より浅く、今回の文献検討からも看護学自身が気が付かない未知なる研究分野が存在していると推測される。

以上のことから、積雪寒冷地に立地する看護学と工学の連携協働の研究により、新たなCPSの構築を目指し、人が暮らすために必要な健康のwell-beingを支えるケアとしての『事』の研究や教育を推進していくことが重要と考える。

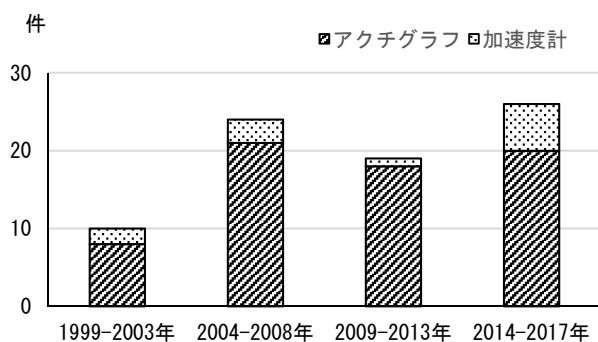


図1 文献数の経年的変化

## 2. ラズマアクチュエータを用いた風力発電向け防氷・融氷システムの開発

### 1) はじめに

地球温暖化対策、エネルギーセキュリティの観点から再生可能エネルギーの活用が急務となっている。北海道、東北地区は我が国有数の風力発電適地であり、両地区における尚一層の風力発電システムの普及が期待される。しかしながら両地区は積雪寒冷地域として、他地域では起こりえない着氷によるシステムの停止・発電量低下や、凍結氷の飛散による車両や付属施設の被害発生が問題となっている。

積雪寒冷地域における、より安心な発電システムの提供のためには、風車発電システムに及ぼす着氷や凍結の影響を考慮し、悪影響を低減させた発電システムを提供する必要がある。

### 2) プラズマアクチュエータ (PA)

そこで本研究では風車ブレード廻り流れの制御にも活用でき、また電熱ヒーターに比べて低電力消費が期待できるプラズマアクチュエータを使い、プラズマ発生時の高温現象を有効に使った低コストの防氷・融氷システムを開発する。

プラズマアクチュエータは、絶縁体を挟んで非平衡に配置した2枚の薄い電極から構成されるデバイスである(図2参照。以下、PAと称する)。

PAは、1)故障の原因となる機械的駆動部を一切持たない。2)時定数の短い電氣的制御が可能である。さらには、3)装置全体の厚さを数mm以下で構成でき元形状に影響を及ぼすことが少ないため、既存装置への後付けも可能であるなどの特長を持つ<sup>(14)</sup>。

これまで、ブレードにPAを装着した30kW級風車によって、明瞭な剥離抑制効果ならびに発電量増大を確認したほか<sup>(15)</sup>、MW級風車に対してもPAによる

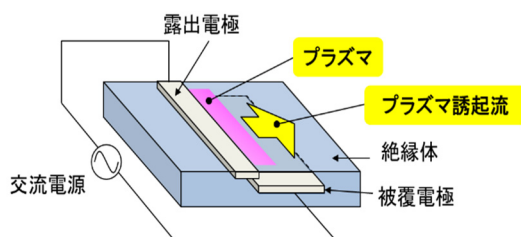


図2. プラズマアクチュエータ概

同一風速帯における出力増大を確認しており、流れの動的制御デバイスとしての可能性が高まっている<sup>(16)</sup>。なおPAは先に説明したように電氣的制御が可能であり、瞬間的に熱を発生することも可能である。

### 3) PAを用いた防氷・融氷システム

PAを用いることで、数kVの電力付加により局所的に数10℃～100℃程度の加熱が可能である。風車翼に対する融氷は付着した氷全体を融かす必要はなく、重力を利用できるため着氷界面の一部を融かすだけで効果がある。

本研究では北海道科学大学付属施設である雪氷風洞(図3)を用い、風車翼に対する防氷・融氷作用におよぼすPAの効果を実験的に調査する。風車の動きを二次元的に模擬した翼前縁にPAを設置し、電極形状、電極配置位置、電極駆動条件(電圧、作動時間など)の影響を系統的に検討し、大型汎用風車へ適用できるPAを用いた防氷・融氷システムの確立を図っていく(図4)。



図3. 自然雪風洞実験装置

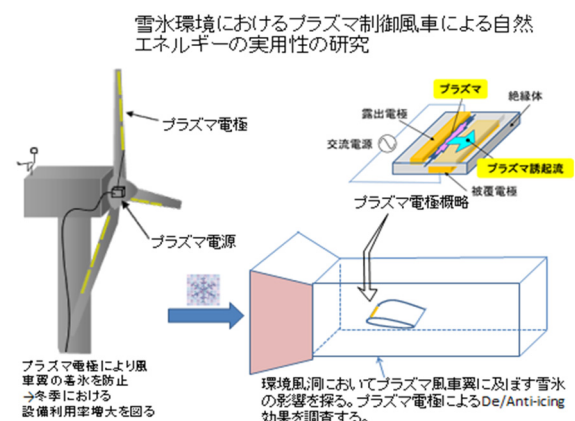


図4. PAを用いた防氷融氷効果実験概要図

### 3. 五感を代替するセンサとデータ解析による食品の数値化に向けて

少子高齢化により、2010年と比較して2040年における日本の総人口は約83%まで減少する。積雪寒冷地の北海道ではそれ以上の76%近くまで、道内で人口の密集している道央・札幌圏を除くと68%までさらに激減する。道外において減少率が最も高いとされる秋田県に匹敵する。今後急速に人口を減らすだけでなく、道内居住者が加齢していくことから東京・大阪圏を上回る勢いで老齢化が進むことになる。

これに伴い、医療費の増加は避けられないが、少なからず抑えるため、50代以上が元気で明るく健康に生活できることが喫緊の課題となる。その一助として、北国の生活環境を豊かにする上でも「医食同源」の発想が重要になる。また、北海道経済の活性化に向け、日本の食糧自給率を担保している豊富な農水産物の生産を支援できるよう付加価値をつけ、輸出や観光産業にこれらを結び付けるなど、有効に利活用して促進する必要がある。

現在、これらの食材や食品は、人の官能検査により主観的に評価されている。そのため、簡易迅速、廉価に効率良く、海外からの旅行者を含め、国内外の方々と共有できる「おいしさ」を数値化するシステムの開発は非常に重要となる。しかしながら、これら食品の「おいしさ」を数値化することは、文化の差異や主観的であるとの傾向が強く、世界的に見ても未だ完成したシステムの構築に至っていない。

これらの状況から本研究所では、寒冷地生活環境に潜在するさまざまな問題を解決するため、人、医療、機械、情報、電気、建築及び土木分野における技術のシナジー効果を最大限に発揮し、新たな学際的・分野融合的領域の創出を目指す研究・開発を推進している。また、学外企業・機関等との連携を強化し、研究者の受け入れや応用研究・実証研究・製品テスト等の受託も行っている。

食品工学分野における対応を、電気電子工学科の小島が担っている<sup>(17)</sup>。以下に、具体的な研究内容を紹介する。

超小型で高性能なセンサ(IoT)の開発と数値データ解析(AI)の融合により、日本における食品工業・農水産業の飛躍的な成長が見込める。食物の「おいしさ」を簡易かつ迅速に評価し数値化できれば、革命的な技術になることでしょう。

「おいしさ」はヒトの五感情報を融合することで得られる。目で捉えた「視覚」情報により食品を認

識し、脳で過去の記憶と照合することから始まり、食した時の「味(味覚)」・「香り(嗅覚)」・「食感(触覚)」・「咀嚼音(聴覚)」を総動員している。

この「おいしさ」を再現するため、我々の研究室では、ヒト(生体)の五感を代替し拡張・超越する感性センサや、それらと「ICT技術を融合したシステムの研究開発」を推進している。この研究開発は、IoT(Internet of Things)、クラウド、人工知能(AI)、ビッグデータやロボットにおいて、データ取得のキーデバイスとして今後ますます重要になる(図5)。

特に、世界的な高齢化や食料需給の問題解決に向け、医療、健康、食料、農業などに関連した分野でその需要は増加する。例えば、食の安心・安全の確保や、ヒトが感じる食の「おいしさ」を評価し数値化する感性センサシステムは、グローバル化する人々の共通な尺度や指標となり、大きなインパクトを与えることになるでしょう。

本研究では、ヒトの五感による官能検査や物理化学分析データと情報処理手法を巧みに融合することで、おいしさの指標づくりに向けたセンサデータとそれらのフュージョンシステムの構築を念頭に開発を進めている。使用するセンサには測定原理の異なる多様なIoTセンサが必要で、得られるビッグデータの処理には多変量数値解析やニューラルネットワーク・AIを活用している。最終的に個々の嗜好を反映させることが出来れば、ヒトと機械の情報伝達システムの開発に大きく貢献することが期待される。



図5. 五感を代替するセンサとデータ解析による食品の数値化の概要図



## 参考文献

- (1) 文部科学省：平成 28 年版科学技術白書，検索日 2017 年 12 月 16 日，  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/hakusho/html/hpaa201601/1362981.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpaa201601/1362981.htm).
- (2) 工学における教育プログラムに関する検討委員会：8 大学工学部を中心とした工学における教育プログラムに関する検討，検索日 2017 年 12 月 16 日，  
<http://www.eng.hokudai.ac.jp/jeep/08-10/pdf/pamph01.pdf>.
- (3) 日本 WHO 協会：健康の定義，検索日 2017 年 12 月 16 日，<http://www.japan-who.or.jp/commodity/kenko.html>.
- (4) 日経テクノロジー：加速度センサ，検索日 12 月 16 日，  
<http://techon.nikkeibp.co.jp/article/WORD/20090415/168824/>.
- (5) 江藤宏美，堀内成子：生後 6 週間の正常児の睡眠・覚醒の評価 actigraph と state の比較，聖路加看護学会誌，3(1)，19-24，1999.
- (6) 斉藤寛子，猪木美里，大久保泉：網膜剥離患者の術後における早期歯磨き実施への可能性-咀嚼とブラッシングによる振動の比較から，日本看護学会論文集 看護総合，31，35-37，2000.
- (7) 則次俊郎，井形俊也，高岩昌弘，他：褥瘡（じょくそう）予防を目的とした体圧分散マットの開発，日本機械学会論文集 C 編，71(703)，951-958，2005.
- (8) Sanada, H., Moriguchi, T., Miyachi, Y., et al: Reliability and validity of DESIGN, a tool that classifies pressure ulcer severity and monitors healing, Journal of wound care, 13(1), 13-18, 2004.
- (9) 佐々木大輔，則次俊郎，高岩昌弘：生活支援ロボットのための圧力検出型ソフト触覚センサの開発，日本機械学会論文集 C 編，70(689)，77-82，2004.
- (10) Yabunaka, K., Nakagami, G., Kitamura, A., et al: Visualization of Blood Flow in an Undermined Pressure Ulcer Revealed by Sonographic Imaging and Clutter Suppression Post-Processing, A Case Report, Journal of Diagnostic Medical Sonography, 33(1), 33-36, 2017.
- (11) 高林範子，山本真代，小野光貴，他：アバタに微笑みと眼球動作モデルを付加した看護コミュニケーション教育支援システム，人間工学，52(3)，112-123，2016.
- (12) 小長谷百絵，林みつる，小川鑛一：高齢者にとっての点眼容器の使いやすさに関する研究. 人間工学，51(6)，441-448，2015.
- (13) 吉田礼維子，白井英子：寒冷積雪の生活環境が成人・高齢者の活動と心身の健康・保健行動に及ぼす影響，天使大学紀要，6，1-10，2006.
- (14) 藤井孝蔵・松野隆，DBD プラズマアクチュエーター-バリア放電を利用した新しい流体制御技術，[http://www.jsme-fed.org/newsletters/2007\\_12/no2.html#cto](http://www.jsme-fed.org/newsletters/2007_12/no2.html#cto)，2007.
- (15) 田中元史，松田寿，雨森清行，志村尚彦，安井祐之，大迫俊樹，前田太佳夫，鎌田泰成，プラズマ気流制御によるロータトルク増大効果のフィールド検証，日本風力エネルギー学会誌，Vol. 38, No. 4, pp. 132-137, 2015.
- (16) 松田寿，田中元史，大迫俊樹，山崎顕一，志村尚彦，浅山雅弘，前田太佳夫，鎌田泰成，尾立志弘，プラズマ気流制御技術を用いた高性能風車の開発，日本風力エネルギー学会誌，Vol. 38, No. 4, pp. 85-89, 2015.
- (17) 小島洋一郎：五感を代替するセンサとデータ解析による食品の数値化，北海道科学大学シリーズ集，P15, 2017.